



Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i
Aeroespacial de Castelldefels

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TREBALL FINAL DE CARRERA

TÍTOL DEL TFC: Desenvolupament de projectes d'aplicació de les TIC en el sector agrícola i ramader

TITULACIÓ: Enginyeria Tècnica de Telecomunicació, especialitat Telemàtica

AUTOR: Sergi Vergé Solsona

DIRECTOR: Rafael Vidal Ferré

DATA: 18 de setembre del 2015

Títol: Project development of ICT applications in the agricultural and livestock sector

Autor: Sergi Vergé Solsona

Director: Rafael Vidal Ferré

Data: 18 de setembre del 2015

Resum

En aquest projecte, fet en l'àmbit empresarial, es realitza l'estudi de l'aplicació de tecnologies TIC en dos casos ubicats en l'àmbit ramader i agrícola, avalats des d'un estudi econòmic previ.

En el primer cas es requereix la optimització del rendiment d'una nau per a l'engreix porcí per a una explotació ramadera i el segon cas es dissenya i automatitza un sistema de reg localitzat per a arbres ametllers en una parcel·la agrària actualment de sembrat.

En el primer cas s'han utilitzat sensors i actuadors de cablejat, per al control de temperatura d'una nau ramadera i activar el sistema de ventilació.

En aquest cas a més, s'estudia i s'executa la implementació d'un sistema d'alimentació elèctrica del sistema mitjançant captadors fotovoltaics.

En el segon cas, també s'han utilitzat sensors per al control d'humitat, conductivitat i temperatura d'una finca agrícola i per al control de volum d'aigua del dipòsit de la finca de reg. Alguns d'aquests sensors utilitzen la tecnologia sense fils Zigbee per a les comunicacions entre els sensors de terra de la finca agrícola amb un sistema central que activa el reg controlat d'aquesta.

Title: TFC Desenvolupament de projectes d'aplicació de les TIC en el sector agrícola i ramader

Author: Sergi Vergé Solsona

Director: Rafael Vidal Ferré

Date: September 18 rd 2015

Overview

In this project, done in the business sector, is carried out the study of the applications of ICT technologies in two cases placed in the agriculture and livestock sectors, supported by a preliminary economic study.

The first case is about optimizing the performance of a farm for growing pigs and de second case designs and automatizes an irrigation system for almond trees.

In the first case are used sensors and wiring actuators for temperature control of a farm and activates the ventilation system. In this case, it's studied and executed the power system implementation using photovoltaic collectors.

In the second case, the sensors have been used to control humidity, temperature and conductivity of an agricultural land and the control of the volume of water of the tank irrigation. Some of these sensors use Zigbee wireless technology for communications between agriculutral land sensors and a central controller, for activation of the irrigation system.

Dedicatòria

A la Mireia, la meva companya, i a en Rafael, el meu director de projecte.
Sense la vostra empenta, ajuda i perseverança, no hagués estat possible.

ÍNDEX

INTRODUCCIÓ	1
 CAPÍTOL 1. CAS 1 - IMPLEMENTACIÓ DE TECNOLOGIES PER AUGMENTAR LA RENDIBILITAT EN EL SECTOR RAMADER PORCÍ.....	4
1.1. Introducció	4
1.1.1. Marc Contextual	4
1.1.2. Localització	4
1.1.3. Descripció estat actual nau ramadera	6
1.2. Necessitats	7
1.3. Impacte econòmic	7
1.4. Condicionants Normativa	8
1.5. Condicionants energètics.....	9
1.6. Objectius	9
1.6.1. Objectius de benestar	9
1.6.2. Objectius de tecnològics.....	9
 CAPÍTOL 2. CAS 1 - ESTUDI ECONÒMIC SITUACIÓ ACTUAL	10
2.1. Indústria càrnica porcina a la zona de l'Urgell	10
2.1.1. Model de funcionament	10
2.1.2. Explicacions prèvies a l'estudi censal econòmic.....	10
2.1.3. Situació econòmica del mercat porcí	11
2.1.4. Condicionants de mercat.....	13
2.1.5. Conclusions econòmiques.....	14
 CAPÍTOL 3. CAS 1 – TRIA DE LA MILLOR SOLUCIÓ	16
3.1. Estudi de tecnologies existents al mercat	16
3.1.1 Roti Aerosystem	16
3.1.2 Sistema Osmoeuropa	18
3.1.3 Comparativa dels sistemes i decisió de solució a instal·lar	18
 CAPÍTOL 4. CAS 1 - DISSENY I EXECUCIÓ DEL PROJECTE	20
4.1. Components del sistema Osmoeuropa.....	20
4.2. Definició de la instal·lació	21
4.3. Subministrament elèctric.....	22
4.4. Plànol de la instal·lació	25

CAPÍTOL 5. CAS 2 - IMPLEMENTACIÓ DE TECNOLOGIES PER AUGMENTAR LA RENDIBILITAT EN UNA PARCEL·LA AGRÀRIA. 26

5.1. Introducció i objectiu	26
5.1.1 Marc contextual	26
5.1.2 Localització	26
5.1.3 Motivació.....	27
5.1.4 Condicionants per a realitzar el projecte	27

CAPÍTOL 6. CAS 2 - ESTUDI ECONÒMIC EXPLOTACIÓ AGRÀRIA AMETLLA 28

6.1. Situació actual mercat ametlla	28
6.2. Rendibilitat del cultiu de l'ametller en regadiu	28

CAPÍTOL 7. CAS 2 - ESTUDI, ANÀLISI, DISSENY I PRESSUPOST DE L'AUTOMATITZACIÓ DEL SISTEMA DE REG 30

7.1. Estudi tipus de Reg	30
7.2. Sensorització del sistema.....	30
7.2.1. Estudi elecció elements a sensoritzar	30
7.2.2. Elecció sistema d'automatització	31
7.2.3. Disseny del sistema.....	34
7.2.3. Pressupost.....	37
7.2.4. Plànol d'instal·lació	38

CAPÍTOL 8. CONCLUSIONS 39

BIBLIOGRAFIA 40

INTRODUCCIÓ

Aquest projecte s'ha dut a terme dins de l'àmbit empresarial. Concretament s'ha executat en una empresa en què una de les seves tasques és realitzar estudis d'aplicació de la tecnologia i implementació d'aquesta en el món agrícola i ramader per augmentar la rendibilitat en el sector.

En aquest projecte es realitza l'estudi de dos casos, el primer cas és la optimització del rendiment d'una nau per a l'engreix porcí per a una explotació ramadera i el segon cas es dissenya i automatitza un sistema de reg localitzat en una parcel·la agrària actualment de sembrat.

En el primer cas es pretén obtenir una rendibilitat econòmica més gran de l'explotació ramadera, un cicle d'engreix més ràpid, complir condicionants ambientals segons normativa de benestar animal i implementar un sistema autònom de sensorització dels condicionants ambientals i climatització de la nau. Aquest cas s'ha realitzat estudi i execució del projecte.

En el segon cas l'objectiu és optimitzar la rendibilitat econòmica de la parcel·la, implementar un sistema de reg localitzat i automatitzat mitjançant sensorització dels condicionants ambientals i de la terra. En aquest segon cas s'ha realitzat estudi i està pendent d'execució.

Respecte a les tecnologies utilitzades, en el primer cas s'han utilitzat sensors i actuadors cablejat, per al control de temperatura d'una nau ramadera i activar sistema de ventilació. En el segon cas, també s'han utilitzat sensors per al control d'humitat, conductivitat i temperatura d'una finca agrícola i per al control de volum d'aigua del dipòsit de la finca de reg esmentada. Alguns d'aquests sensors utilitzen la tecnologia sense fils Zigbee per a les comunicacions entre els sensors de terra de la finca agrícola amb un sistema central que activa el reg controlat d'aquesta.

En el primer cas a més, s'estudia i s'executa la implementació d'un sistema d'alimentació elèctrica del sistema mitjançant captadors fotovoltaics.

Per a cadascun dels casos a part de cobrir els objectius esmentats també es realitza un estudi econòmic particularitzat per a cada sector argumentant el benefici que suposa l'aplicació dels sistemes de millora estudiats.

Així, en el primer cas, s'estudia la importància del sector porcí a les comarques de l'Urgell i la repercussió econòmica que significa, així com el benefici que suposa implementar el disseny que s'estudia i executa per obtenir una major rendibilitat i a la vegada complir els condicionants de la normativa de benestar animal.

En el segon cas, s'estudia el benefici econòmic que aporta el canvi d'ús d'una finca agrària i el benefici econòmic que suposa la implementació d'un sistema de reg automatitzat controlant diferents factors ambientals.

La memòria s'estructura tal com es descriu a continuació. En primer lloc per a discriminar els capítols corresponents a cada, aquests s'han etiquetat com "Cas1" i "Cas 2". Així, el Cas 1, anomenat "Implementació de tecnologies per augmentar la rendibilitat en el sector ramader porcí" el conformen els capítols del 1 al 4 i el Cas 2, anomenat "Implementació de tecnologies per augmentar la rendibilitat en una parcel·la agrària" el conformen els capítols del 5 al 7.

Centrant-nos en el Cas 1, el Capítol 1 contextualitza i descriu l'estat actual de l'explotació ramadera i necessitats per part de la propietat, descriu el impacte econòmic, els condicionants de normativa i energètics i l'objectiu del estudi. En el Capítol 2 es realitza un estudi econòmic del sector porcí a i s'explica la importància d'aquest sector econòmic en les terres de l'Urgell. En el capítol 3 s'estudia les tecnologies existents al mercat per dur a terme el projecte i es realitza la tria de la solució adequada. En el capítol 4 s'explica el disseny i l'execució del projecte.

Pel que fa al Cas 2 s'estructura en 3 capítols. En el Capítol 5 es descriu el context de la zona de treball, la motivació per dur a terme el projecte i els condicionants tecnològics i econòmics perquè es pugui dur a terme. En el Capítol 6 es realitza un estudi del mercat de l'ametlla i la rendibilitat d'aquest cultiu en regadiu per motivar el canvi d'ús actual i aplicar un sistema de reg automatitzat. Finalitza amb el capítol 7 on s'estudia la tecnologia a implementar, el disseny del projecte de reg automatitzat de la finca així com el pressupost d'aquest.

Finalment, la memòria es tanca amb les conclusions i les línies futures que inclouen els dos casos.

CAPÍTOL 1. CAS 1 - Implementació de tecnologies per augmentar la rendibilitat en el sector ramader porcí

1.1. Introducció

1.1.1. Marc Contextual

Des de principis dels anys 50 fins a l'actualitat, la indústria ramadera i agrícola és el principal motor econòmic de la indústria a la província de Lleida.

La força econòmica que té aquest sector ha aconseguit que s'hagi millorat molt biològicament, constructivament i tecnològicament les explotacions ramaderes.

A la vegada s'han realitzat diferents estudis on els paràmetres de benestar han anat evolucionant fins arribar als establerts en el RD 1135/2002.

Un alt percentatge de les explotacions existents, com la d'estudi, daten de fa més de 30 anys i estan absolutament desactualitzades quedant moltes d'elles en desús.

Les empreses integradores del sector porcí, per evitar perdre productivitat, i degut també a l'alça del mercat, han implementat un sistema de incentivar econòmicament els propietaris de petites explotacions ramaderes perquè aquestes s'adeqüin a la normativa de benestar animal i a la vegada augmenti la productivitat.

Així, aquest projecte té una doble motivació, la de millorar i adequar la nau a la normativa de benestar animal RD 1135/2002 entrada en vigor el 2013 i obtenir de pas una millor rendibilitat econòmica i productiva del negoci.

1.1.2. Localització

La nau es troba ubicada al terme municipal de Sant Martí de Riucorb, a la comarca de l'Urgell.



Fig. 1.1 Localització del terme municipal de Sant Martí de Riucorb



Fig. 1.2 Imatge aèria nau d'explotació ramadera.

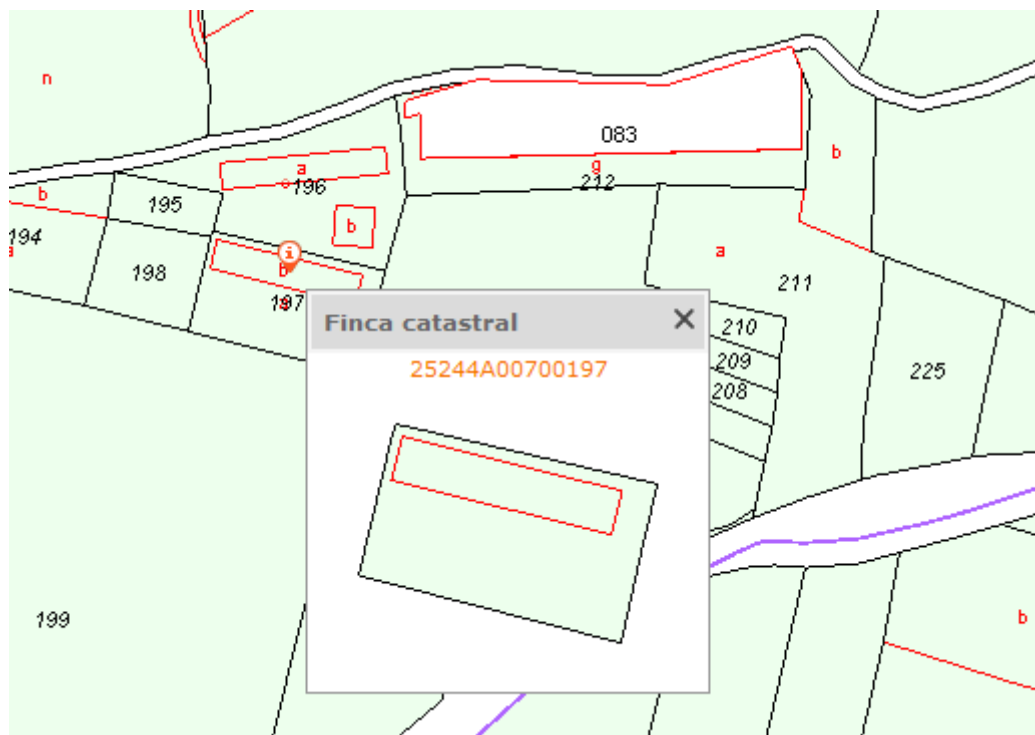


Fig. 1.3 Referència cadastral 25244A00700197, Polígon 7, Parcel·la 197.

1.1.3. Descripció estat actual nau ramadera

Es tracta d'una nau construïda l'any 1981 amb la finalitat d'ús d'engreix porcí.

La superfície de la nau és de 840 m² (60 m. x 14 m.) i disposa de 1000 caps porcíns.

La l'estructura de la nau és amb pilars de fàbrica d'obra amb jàsseres de formigó i biguetes de pretensat de formigó.

La coberta és de teula pres amb morter damunt encadellat ceràmic i els tancaments verticals són de fàbrica d'obra, arrebossats amb morter per la part interior i revestit amb rajola.

No disposa de cap material que sigui pròpiament un aïllament tèrmic de manera que tota la protecció a la temperatura exterior i a pèrdues energètiques són per la pròpia inèrcia del material de tancaments

No disposa de subministrament elèctric i no es planteja per part de la propietat que aquest arribi a les instal·lacions ramaderes.

1.2. Necessitats

El client necessita actualitzar la nau d'ús ramader per a engreix de porcs per millorar la rendibilitat i complir paràmetres climatològics de benestar animal.

Amb aquestes millores també es pretén augmentar els ingressos procurant que la inversió tingui un retorn a partir de l'any d'implementació del nou sistema

L'estat de la nau indica que realment s'han de complir quatre objectius:

- Augmentar ingressos directes, que és l'objectiu principal de la propietat. L'integrador (empresa que subministra els porcs petits i se'ls emporta quan l'engreix ha estat realitzat) actualment paga 9,8 € / porc al final de l'engreix i amb l'automatització de finestres, integrador s'incrementa la compra del porc en +1,00 € / unitat.
- Condicions de temperatura més estables en període d'estiu per aconseguir complir els paràmetres estipulats per la normativa de benestar animal
- Augmentar el rendiment d'engreix gràcies a les millores implementades (major engreix en menor temps possible)
- Augmentar quantitat de cicles d'engreix. Actualment són 2 engreixades l'any i s'estima 2,2 engreixades amb les noves instal·lacions

1.3. Impacte econòmic

Realitzar una inversió que compleixi els requisits establerts per l'integrador (General Pecuaria S.A.) implica una millora econòmica en l'explotació de la nau d'engreix, ja que suposa un increment de venda d'unitat porcina en 1 € la unitat i arribar a 2'2 engreixades anuals (cicles d'engreix de cada remesa entrant de porcs).

En percentatges la propietat, Agropecuaria Vall del Corb, traurà un increment percentual en el rèdit anual de:

- Per a cada engreixada un +10'20% d'ingrés per unitat de porc.
- Un augment de la producció anual del 10%

En nivell econòmic absolut actualment la propietat factura anualment:

- $1000 \text{ unitats} \times 2 \text{ cicles d'engreix} \times 9'8 \text{ € / unitat} = 19.600 \text{ €}$

Amb les millores s'obtindrà:

- 1000 unitats x 2'2 cicles d'engreix x 10'8 € / unitat = 23.760 €

De manera que amb les millores s'obtindrà un 21% més de facturació anual, el que suposa que segons condicionants inicials, la inversió que pot realitzar la propietat és de 4.360 €.

1.4. Condicionants Normativa

La normativa que aplica és la "Directiva 2008/120/CE del Consejo, de 18 de diciembre de 2008, relativa a las normas mínimas para la protección de cerdos".

En el camp que ens ocupa, l'ambiental, només es cita:

- Disposar de llum natural o artificial per als animals durant un mínim de 8 hores al dia, igual o superior a 40 lux, el més semblant possible a la natural.
- No sotmetre els animals a sorolls forts ni de llarga durada o continuats superiors a 85 dBA.
- Evitar la concentració excessiva de gasos en les naus per mitjà de ventilació natural o artificial, que permeti una renovació de l'aire i eviti corrents d'aire cap als animals.

Taula 1.1. Concentració de gasos.

GAS	Concentració màxima recomanable (ppm)	Concentració amb efectes nocius (ppm)
Nh4	20	50
H2S	0,5	3-10
CO2	3.000	5.000

- Mantenir una humitat relativa adequada entre 60-85%
- Tots els animals dins els marges de temperatura de confort de 18° C a 31° C.

1.5. Condicionants energètics

La nau actual no disposa de subministrament elèctric i la inversió a realitzar per a que hi arribi és molt elevada segons pressupost de la propietat.

Aquests condicionants implicaran la recerca d'una font d'electricitat alternativa.

1.6. Objectius

L'objectiu principal d'aquest projecte és implementar un sistema que creï un ambient adequat a les normatives de benestar animal en la nau ramadera i un benefici econòmic al propietari de l'explotació amb el mínim d'inversió possible implementat un sistema de sensorització de la nau.

1.6.1. Objectius de benestar

Aconseguir una ambientació òptima en la explotació porcina i que aconseguixi d'una vegada:

- Extreure el calor sobrant producte del metabolisme dels animals.
- Eficiència energètica.
- Estabilitat de temperatura i humitat relativa.
- Independència de les condicions atmosfèriques exteriors.
- Possibilitat de seleccionar la temperatura més adequada.
- Perfecta evacuació de gasos nocius.
- Aportar l'oxigen necessari als animals.

1.6.2. Objectius de tecnològics

A nivell tecnològic es tenen els següents objectius:

- Implementar un sistema de sensorització per a climatització de la nau.
- Sistema autònom.
- Proporcionar subministrament elèctric.

CAPÍTOL 2. CAS 1 - ESTUDI ECONÒMIC SITUACIÓ ACTUAL

2.1. Indústria càrnica porcina a la zona de l'Urgell

Aquest estudi ha estat realitzat mitjançant informació publicada pel Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de Catalunya.

Totes les dades econòmiques extretes són del Cens Agrari 2009, que és l'últim realitzat i es pot consultar a IDESCAT.

2.1.1. Model de funcionament

A nivell general la indústria càrnica en el sector porcí funciona de la següent manera:

- Granges o naus d'explotació ramadera. N'existeixen de tres tipus:
 - Granges de Mares. Inseminació, gestació i parts. Els porquets hi són fins als 5 Kg per criança.
 - Granges de Deslletament. És el pas previ a engreix. Dels 5kg als 15 Kg.
 - Granges d'engreix. On els porcs s'engreixen fins als 110 – 120 Kg i es porten a l'escorxador.
 - Granges de cicle tancat. Es realitzen les 3 fases anteriors.
- Els Integradors:
 - Són empreses mitjanes o grans, que s'encarreguen de la logística entre els passos dels tres tipus de granges, així com el subministrament de pinso i medicaments i paguen als petits propietaris de les explotacions porcines segons la tasca realitzada (cria, deslletament o engreix).
 - Encarregats també de la gestió als escorxadors, així com el tractament de la carn i la venda o distribució d'aquesta.

2.1.2. Explicacions prèvies a l'estudi censal econòmic

La producció estàndard (PE) és el valor de la producció que correspon a cada una de les activitats agràries de l'explotació, cada tipus de conreu o tipus de

bestiar, calculat segons el valor mitjà assignat a aquella activitat en l'àmbit de la comunitat autònoma.

S'entén per valor de producció d'una activitat agrària el valor monetari de la seva producció bruta al preu de sortida de l'explotació. Els valors es calculen aplicant el coeficient que correspon a una determinada activitat agrària pel nombre d'unitats (hectàrees o caps) que té l'explotació, sense incloure-hi l'IVA, ni els impostos sobre els productes, ni els pagaments directes.

Les produccions estàndards corresponen a un període de producció de 12 mesos (la campanya agrícola 2008–2009). Per a aquells productes vegetals i animals pels quals la duració del període sigui superior o inferior als 12 mesos, se'ls calcula una PE que es correspongui amb la producció anual de 12 mesos.

Aquests coeficients que determinen la PE de cada activitat, els determina el Ministeri d'Agricultura, Alimentació i Medi Ambient, i es basen en dades mitjanes calculades sobre un període de referència de cinc anys, que s'actualitzen periòdicament segons les tendències econòmiques.

La suma de les produccions estàndards de totes les activitats de l'explotació donarà la producció estàndard total (PET) d'aquesta explotació.

La dimensió econòmica d'una explotació es determina en funció de la seva PET i s'expressa en euros. A la vegada, les explotacions es classifiquen en diferents classes segons la seva dimensió econòmica.

Orientació tecnicoeconòmica (OTE) 'una explotació té com a finalitat la classificació d'una explotació segons l'orientació dominant en el sistema de producció de l'explotació, d'acord amb les seves diferents activitats. La seva finalitat és agrupar les explotacions agràries en classes disjunctes, relativament homogènies, basant-se en la proporció relativa de la PE que hi aporta cada cultiu i cada espècie de ramat, respecte de la PET de l'explotació.

2.1.3. Situació econòmica del mercat porcí

Mitjançant taules obtingudes de l'IDESCAT, on s'obté són dades censades, s'utilitzaran per realitzar un control numèric, econòmic i comparatiu entre municipis i comarques de Catalunya.

- Producció estàndard total (PET) de les explotacions amb l'Orientació tecnicoeconòmica (OTE) PORCINS.

D'aquesta taula s'extreu que la comarca de l'Urgell té 221 explotacions amb OTE Porcins que tenen una PET de 84.504.997 €

- Explotacions amb Orientació tecnicoeconòmica (OTE) PORCINS.

D'aquesta taula s'extreu la tipologia de les 221 explotacions OTE Porcins de l'Urgell.

Taula 2.1. Tipologia explotacions porcines

Porcins	221
Porcins de cria	22
Porcins d'engreix	187
Porcins de cria i engreix	12

- Explotacions amb Orientació tecnicoeconòmica (OTE) PORCINS per producció estàndard total (PET).

D'aquesta taula s'extreu dins de quina franja de PET estan les 221 explotacions OTE Porcins de l'Urgell.

Taula 2.2. Franja PET explotacions OTE Porcins d'Urgell

Porcins	221
10.000 - < 25.000 €	3
25.000 - < 100.000 €	22
100.000 - < 500.000 €	149
500.000 - < 1.000.000 €	38
>= 1.000.000 €	9

- Explotacions amb Orientació tecnicoeconòmica (OTE) PORCINS per producció estàndard total (PET)

Taula 2.3. OTE per PET en sector porcí.

	10.000 < 25.000	25.000 < 100.000	100.000 < 500.000	500.000 < 1.000.000	>= 1.000.000	Total
Porcins	3	22	149	38	9	221
Porcins de cria	2	0	10	5	5	22
Porcins d'engreix	1	21	131	30	4	187
Porcins de cria i engreix	0	1	8	3	0	12

- Producció estàndard total (PET) de les explotacions segons la orientació tecnicoeconòmica (OTE).

Taula 2.4. PET segons OTE

Tipus explotacions	Número d'Explotacions	Euros
Agricultura general	962	11.048.252
Horticultura	10	2.461.659
Conreus llenyosos	551	21.992.971
Herbívors	76	6.894.533
Granívors	298	134.896.045
Policultius	202	3.189.248
Ramaderia mixta	7	2.705.373
Conreus i Ramaderia	24	3.234.565
Sense PET	12	

2.1.4. Condicionants de mercat

Actualment, la carn de porc és la carn més consumida a nivell mundial. Prop d'un 40% de la carn consumida és de porcí; es situa molt per damunt de la carn d'aviram (30%) o la de boví (23%).

Concretament, dins la Unió Europea, només 6 països són grans productors: Alemanya (19%), Espanya (18%), Polònia i França (10%) i Dinamarca i Holanda (9%).

Espanya és el segon país productor a nivell europeu i el quart a nivell mundial. L'any 2010 es va produir, a l'estat espanyol, 3,4 milions de tones de carn de porc; un cens de més de 24 milions d'animals.

A Catalunya, l'últim cens (any 2009), indica més de 6,7 milions de caps repartits entre 6.400 explotacions. Aquestes aporten 1.400.000 tones de carn.

Durant el 2010 els productors de porcí de Navarra, Aragó i Catalunya han representat prop d'un 70% del total de les explotacions espanyoles, amb 612.952 tones de carn de porc.

Taula 2.5. Unitats porcines (Font: IDESCAT)

	Total		Mares		Garrins < 20 kg		Engreix	
	explot.	caps	explot.	caps	explot.	caps	explot.	caps
San Martí de Riucorb	37	53720	3	1840	5	5548	35	46.332
Urgell	254	366.576	47	31.001	53	63.461	224	272.114
Catalunya	4.983	6.742.638	1.611	615.256	1.616	1.639.995	4.356	4.487.387

Taula 2.6. PIB Urgell (Font: IDESCAT)

Any	Agricultura	Indústria	Construcció	Serveis	Total (millions d'€)
2010	56,7	211,8	92,6	426,4	787,6
2009	61,2	199,9	116,7	412,5	790,3
2008	57	223,8	118,6	410,7	810,1

Taula 2.6. PIB % (Font: IDESCAT)

Any	Agricultura	Indústria	Construcció	Serveis	
2010	7,2	26,9	11,8	54,1	100
2009	7,7	25,3	14,8	52,2	100
2008	7	27,6	14,6	50,7	100

2.1.5. Conclusions econòmiques

La mitjana actual de venda del porc una vegada passat per una explotació d'engreix és de 10'50 €/unitat.

La repercussió econòmica de sector ramader centrat en el propi propietari l'explotació en el sector de l'engreix suposa:

Taula 2.7. Repercussió econòmica en explotacions de petites propietats

	UNITATS	preu unitat: 10'50 €	Engreixades anuals: 2
San Martí de Riucorb	46.332	465.636,60 €	931.273,20 €
Urgell	272.114	2.734.745,70 €	5.469.491,40 €
Catalunya	4.487.387	45.098.239,35 €	90.196.478,70 €

El PIB per càpita a la comarca de l'Urgell és 24.000 € per habitant.

En el cas dels ramaders dedicats a la indústria de l'engreix porcí suposa 26.000€, el que suposa un 10'83% superior a la mitjana.

CAPÍTOL 3. CAS 1 – TRIA DE LA MILLOR SOLUCIÓ

Aquest capítol presenta les solucions que s'han escollit, després de l'anàlisi del mercat actual de proveïdors que formen part del disseny de la solució.

A l'hora de buscar les solucions es tenen en compte els aspectes valorats en l'apartat "2.1.5 Condicionant de la normativa" i com la prioritat i necessitat és una climatització acord als paràmetres del RD 1135/2002 es focalitza la recerca en sistemes que puguin proveir aquesta solució.

3.1. Estudi de tecnologies existents al mercat

A la Introducció cal explicar la finalitat del treball i els mètodes utilitzats, així com les principals conclusions a què s'hagi arribat. Es pot considerar una versió ampliada del resum.

També cal explicitar a la introducció la justificació de la divisió del treball en capítols, atès que aquesta no pot ser una divisió qualsevol del treball, sinó que ha de seguir un ordre lògic.

Així mateix, és necessari incloure-hi els termes clau del treball amb la seva definició correcta, i aquelles abreviatures i fórmules bàsiques imprescindibles per a la comprensió del text.

És molt important que la introducció no sigui molt extensa perquè el lector pugui fer-hi una ullada ràpida i entendre'n el contingut o fer-ne memòria en qualsevol moment.

S'estudia el mercat i es troben dos models de climatització de diferents fabricants i de diferent abast tecnològic i econòmic:

- ROTI AEROSYSTEM
- OSMOEUROP

3.1.1 Roti Aerosystem

Sistema de ventilació positiva, impulsant l'aire des de l'exterior a l'interior per la part superior del local a través de conducte que reparteix homogèniament l'aire i a baixa velocitat, amb sistemes de sobrepressió per evitar turbulències a l'interior de la nau mitjançant ventiladors de façana i mecanismes de pressió constant situats en les vàlvules de sortida d'aire.



Fig. 3.1 Imatges de instal·lació realitzada amb Roti Aerosystem.

La ventilació és periòdica segons paràmetres de consigna establerts, exceptuant quan superin els intervals calculats, on el sistema treballa al 100%.

Funciona mitjançant un control electrònic anomenat ER43 amb les següents característiques:

- Personalitzable: diversos programes de ventilació periòdica a escollir.
- Segur: Protector tèrmic i termòstat mecànic de seguretat incorporat.
- Connectivitat: Mitjançant tecnologia Bluetooth es pot connectar a smartphone o tablet a través de app mòbil que permet programar el sistema.
- Històric: cada 30 minuts emmagatzema una lectura de temperatura consultable i descarregable al dispositiu mòbil.
- Sistema de telecontrol i transmissió d'alarmes per mitja de GSM/GPRS
- Requereix den contracte amb un operador mòbil degut a la necessitat d'una SIM

El pressupost de la instal·lació del sistema és el següent:

Taula 3.1. Pressupost Roti Aerosystem

Controlador ER 43	1.450 €
Sistema de propulsió d'aire 230 V	1.281 €
Conducte inoxidable diàmetre 500	1.779 €
Ventilador façana extracció	470 €
Instal·lació elèctrica	1.150 €
Muntatge	1.800 €
TOTAL	7.930 €

A aquest pressupost caldria sumar-hi el que suposa connectar el sistema a la xarxa genera de subministrament elèctric, així com fer arribar la xarxa la nau ramadera.

3.1.2 Sistema Osmoeuropa

Sistema de ventilació natural, sense generar pressions internes mitjançant creació de corrents automatitzant obertura de les finestres i l'efecte Venturi de xemeneies de coberta.

La ventilació és periòdica segons paràmetres de temperatura establerts al regulador.

El sistema funciona mitjançant un regulador de finestres programable, que mitjançant sondes de temperatura, activa uns motors per l'obertura o tancament de les finestres.

El pressupost de la instal·lació del sistema és el següent:

Taula 3.2. Pressupost Roti Aerosystem

Regulador OCV2	540 €
2 Motors 500 Kg	1.230 €
2 Sondes temperatura	380 €
2 Bateria 12V.7A. Motor 500kg	470 €
2 Plaquas FV 12V 50 W	250 €
Instal·lació elèctrica	380 €
Politges i cablejat	370 €
Muntatge	1.200 €
TOTAL	4.820 €

3.1.3 Comparativa dels sistemes i decisió de solució a instal·lar

Tecnològicament:

- El sistema Roti és superior, disposa de diferents sistemes de configuració, d'un sistema programació via dispositiu mòbil per Bluetooth i incorpora un sistema d'alarma via GSM/GPRS.
- El sistema de Osmoeuropa és més rudimentari i només es pot configurar manualment i no disposa de sistema d'alarma.

Alimentació:

- El sistema Roti necessita un subministrament de forma continuada i és recomanable connexió a la xarxa elèctrica general o un generador elèctric de gasoil.
- El sistema Osmoeuropa requereix només d'un petit sistema autònom com és una placa FV de 50 W.

Pressupost:

- El sistema Osmoeuropa només té un cost de 4.820 € i energèticament és autònom, i el sistema Roti té un cost de pràcticament el doble 7.930 €

Finalment es decideix instal·lar el sistema d'Osmoeuropa, ja que malgrat que tecnològicament és molt més rudimentari que el sistema de Roti, el pressupost és gairebé la meitat i el subministrament elèctric que necessita ser autònom.

CAPÍTOL 4. CAS 1 - DISSENY I EXECUCIÓ DEL PROJECTE

A continuació s'explica el detall de la solució proposada per cobrir els requeriments detectats, basada en el sistema Osmoeuropa.

4.1. Components del sistema Osmoeuropa

El sistema vindrà format per :

- Regulador digital OCV2. Aquest regulador té dues entrades per a les sondes de temperatura, 2 sortides per als motors reguladors de finestres, entrada 12 V en continu i 230 V en altern, una entrada bus i una d'emergència. Aquest BUS es caracteritza per la connexió de tots els seus components en un únic bus, denominat Osmobus, capaç de transportar l'energia necessària per al funcionament de tots els equips de la instal·lació i al mateix temps comunicar-se entre ells mitjançant un protocol propi.
- Esquema bàsic de la placa electrònica OCV2:

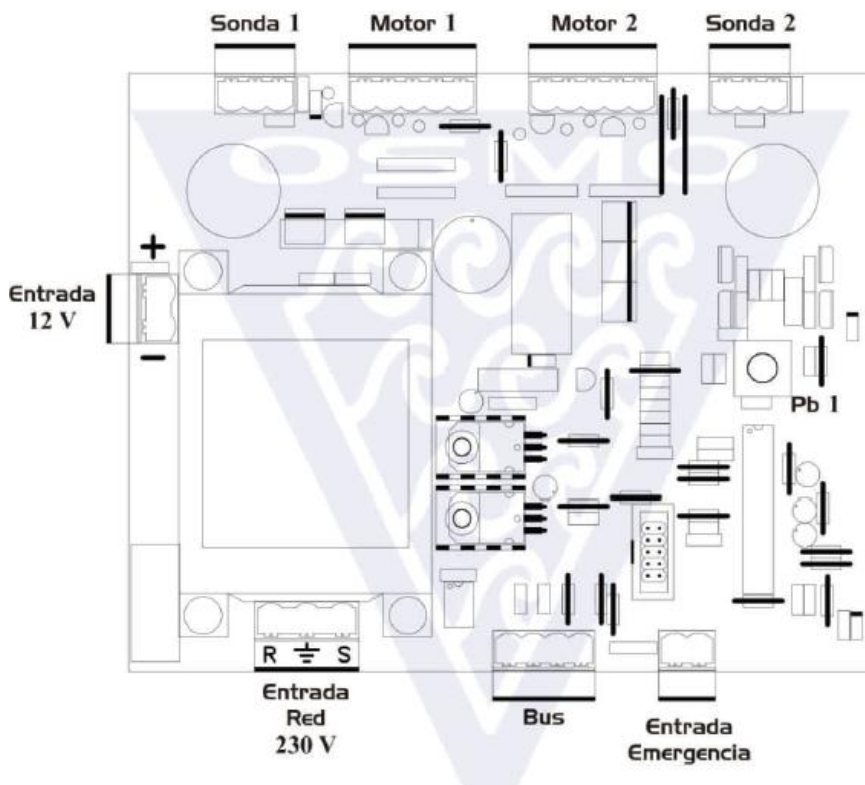


Fig. 4.1 Placa OCV2

- Motor Regulador de Finestres per sirga

-



Fig. 4.2 Motor 500 Kg

- Sondes de temperatura estanques segons normativa IP 65



Fig. 4.3 Sonda temperatura IP 65

- Bateria 12 V 7 A.

4.2. Definició de la instal·lació

Per a la nostra instal·lació ens caldrà:

- 2 motors model 500 Kg d'un eix per sirga del fabricant per obrir i tancar finestres.
- La tensió d'alimentació dels motors és de 12 V DC i s'alimenten d'una bateria interna de 12 V DC i 7 Ah.
- La velocitat lineal del motor és de 6 cm/min i es requereix de 15 minuts per obrir les finestres de 90 cm d'alçada.

- Els Reguladors Digitals de finestres OCV2, i incorporen control de temperatura i funcionament independent de 2 motors, cadascun dels motors va relacionat a la zona de influència de cadascun dels dos sensors de temperatura que s'instal·laran a la nau.

		MOTORES DE POLEA (sirgas o cables)						
POTENCIA EN KILOGRAMOS		40 Kg	150 Kg	300 Kg	500 Kg	500 Kg	900 Kg	2 ejes, 2 poleas
DATOS	REFERENCIA MOTOR	4M05000	4M10000	4M30000	4M51000	4M54000	4M91000	Según Modelo
	VOLTAJE (V)	12 V.c.c.	12 V.c.c.	12 V.c.c.	12 V.c.c.	24 V.c.c.	24 V.c.c.	24 V.c.c.
	AMPERAJE BATERÍA INTERNA	NO	4 A	7 A	7 A	2 x 4 A	2 x 4 A	7 A ó 2 x 4 A
	VELOCIDAD (r.p.m.)	2 r.p.m.	3,5 r.p.m.	1 r.p.m.	0,5 r.p.m.	1,25 r.p.m.	1 r.p.m.	1 r.p.m.
DIMENSIONES	LARGO (mm)	190 mm	312 mm	425 mm	425 mm	425 mm	425 mm	525 mm
	ANCHO (mm)	145 mm	205 mm	190 mm	190 mm	190 mm	190 mm	190 mm
	ALTO (mm)	130 mm	120 mm	240 mm	240 mm	240 mm	240 mm	240 mm
	DISTANCIA EJE-BASE	43 mm	60 mm	100 mm	65 mm	65 mm	65 mm	65 mm
	PESO DEL MOTOR (KG)	2,2 Kg	9 Kg	15 Kg	17 Kg	18 Kg	18 Kg	20 Kg
CONSUMO MÁXIMO RENDIMIENTO	SUBIDA (AMPERIOS)	0,30 A	2,10 A	2,00 A	2,00 A	2,10 A	2,10 A	2,10 A
	BAJADA (AMPERIOS)	0,07 A	0,25 A	0,35 A	0,35 A	0,30 A	0,30 A	0,30 A

Fig. 4.4 Taula motors de politja

- La taula ens indica que la potència necessària per motor és de 24 W ($P = V \cdot I$)
- Els controladors es poden alimentar amb tensió monofàsica de 230 V AC 50 Hz o amb bateria de 12 V DC 120 Ah.

Esquema del funcionament:

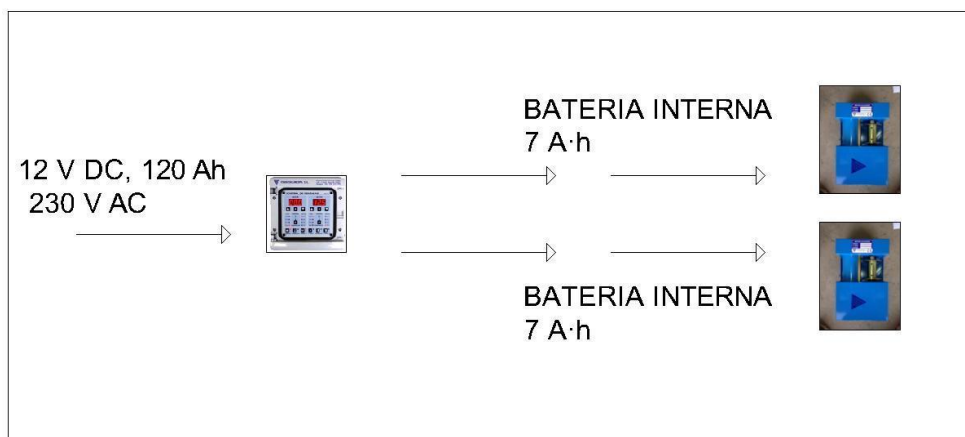


Fig. 4.5 Esquema funcionament sistema Osmoeuropa

4.3. Subministrament elèctric

Com ja s'ha comentat, la nau no disposa de subministrament elèctric.

Per realitzar una connexió a la línia elèctrica de subministrament general, cal fer arribar la línia de subministrament a la nau ramadera. Això suposa una despesa molt elevada per la inversió que vol realitzar el propietari de la explotació ramadera i a més a més una despesa recurrent mensual de connectivitat i consum a xarxa.

S'estudia alimentar el sistema mitjançant energia fotovoltaica degut a que l'Urgell és una zona amb una l'existència elevada de parcs fotovoltaics, i es procura que la font d'alimentació del sistema de climatització de la nau en estudi sigui una provingui d'una font que no generi residus.

Per conèixer la influència de la radiació solar que afecta a la zona de l'Urgell, concretament a Sant Martí de Riucorb, s'avalua amb l'eina PVGIS, (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>)

Aquesta eina prové del Institut per l'Energia i el Transport de la Comissió Europea ofereix un inventari basat en mapes i bases de dades emmagatzemades dels recursos d'energia solar i generació d'electricitat a partir de sistemes fotovoltaics a Europa, Àfrica i Àsia.

En el nostre cas, permet conèixer si amb un sistema FV autònom es pot obtenir energia durant tot el dia o quines franges horàries.

Fig. 4.6 Imatge Eina PVGIS

S'introdueixen les següents dades:

- Potència nominal del sistema Fotovoltaic autònom: 50 W.
- Inclinació dels mòduls de les plaques fotovoltaïques: 65
- Voltatge i capacitat de la bateria: 12 V i 7 Ah
- Consum diari de 50 kWh
- Límit de descàrrega del 40%

S'obtenen els següents resultats per l'estimació d'electricitat generada per un sistema FV autònom per l'emplaçament seleccionat:

- Número de dies utilitzats pel càlcul: 1827
- Percentatge de dies amb càrrega completa de bateria: 91%
- Energia mitjana no capturada per bateria plena: 126 kWh/dia
- Percentatge de dies de descàrrega completa: 9%
- Energia mitjana perduda 13 kWh

Ofereix també la següent taula amb els valors diaris estimats de la energia elèctrica produïda cada mes per el sistema FV autònom amb les propietats definides anteriorment. També mostra la mitjana anual de la producció diària d'energia.

Taula 4.1. Taula valors diaris energia elèctrica produïda per sistema FV

Mes	Producció mitjana Wh/dia	% dies càrrega completa	% dies descàrrega completa
Gener	45	76	29
Febrer	48	85	13
Març	49	93	8
Abril	49	94	1
Maig	50	98	1
Juny	50	99	0
Juliol	49	99	1
Agost	49	100	0
Setembre	49	98	1
Octubre	48	90	14
Novembre	47	81	21
Desembre	46	79	24

L'energia mitjana produïda seria de 48'78 kWh / dia

Si es mira en detall la taula es comprova que els mesos de calor on la temperatura interior de la nau supera els límits establerts per benestar animal 31° C (maig, juny, juliol, agost, setembre) el percentatge de càrrega completa diària esta sempre entre el 100 % i el 99 %.

En els mesos de tardor, principis primavera i hivern, on la descàrrega completa de bateries pot arribar al 29 % dels dies, el sistema de ventilació per climatització de la nau no es necessari, degut a que les temperatures exteriors són més aviat fredes i la nau manté la temperatura òptima per al benestar animal.

Amb aquestes dades, ja es pot optar per buscar una placa fotovoltaica en el mercat per subministrar l'energia elèctrica necessària per al sistema. La placa

seleccionada és una Kyocera 12 V / 50 W model KC 50. S'escull aquest model ja que és de les característiques necessàries per subministrar electricitat al sistema d'Osmoeuropa, el preu és econòmic

4.4. Plànol de la instal·lació

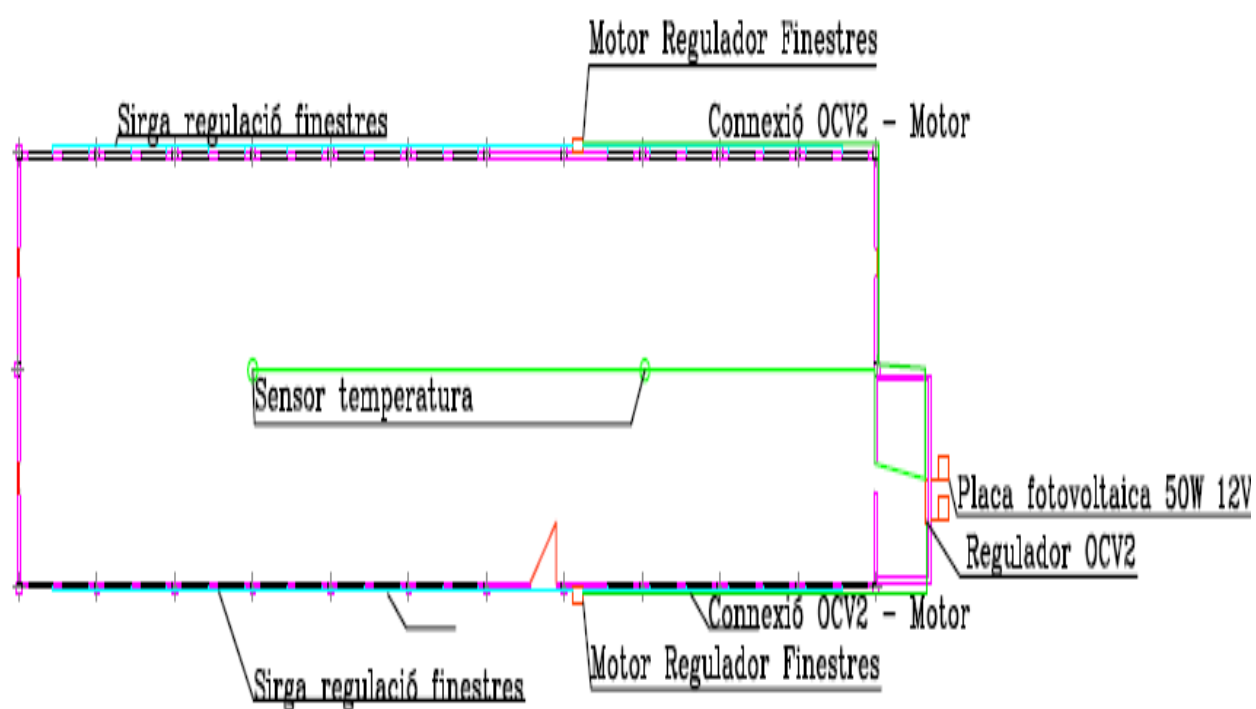


Fig. 4.7 Imatge Eina PVGIS

CAPÍTOL 5. CAS 2 - Implementació de tecnologies per augmentar la rendibilitat en una parcel·la agrària.

5.1. Introducció i objectiu

La finalitat d'aquest projecte és dissenyar i automatitzar un sistema de reg localitzat en una parcel·la agrària de sembrat.

Es pretén:

- Optimitzar la rendibilitat econòmica de la parcel·la.
- Disposar d'un sistema de reg localitzat.
- Disposar d'un sistema de reg automatitzat mitjançant sensorització dels condicionants ambientals i de la terra.

L'objectiu final és realitzar augmentar la rendibilitat de la explotació, canviant el conreu per arbre fruiter i el sistema de reg.

5.1.1 Marc contextual

Es tracta d'una finca antiga de secà, de 4 hectàrees, de sembrat en zona de regadiu on la rendibilitat econòmica que n'extreu la propietat és molt baixa degut al reduït preu del cereal.

5.1.2 Localització

Es tracta d'una finca agrària ubicada al municipi de Vilagrassa, a l'Urgell.

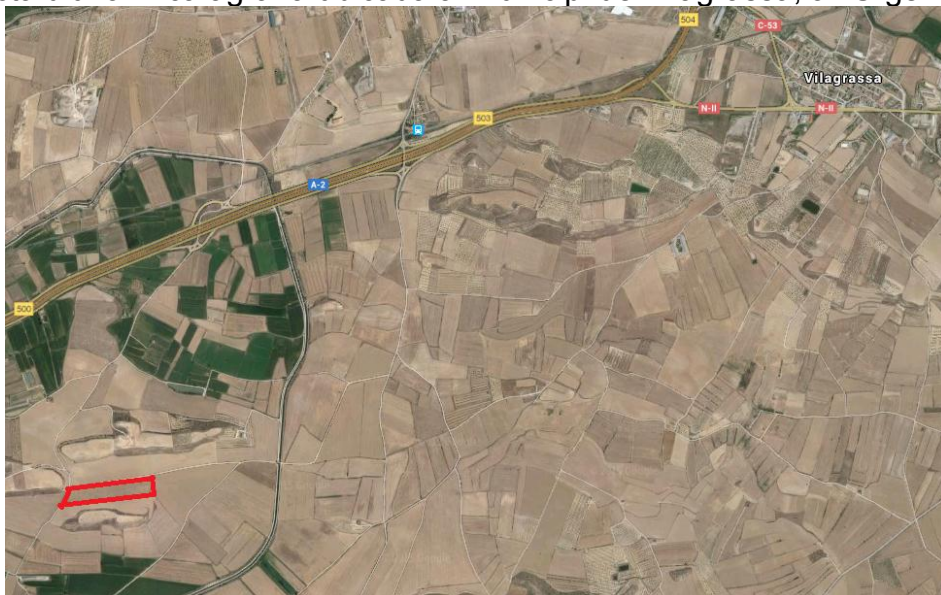


Fig. 5.1 Imatge satèl·lit ubicació parcel·la

5.1.3 Motivació

La motivació de la propietat és traure una rendibilitat econòmica més gran de la propietat.

El preu de compra del cereal és molt econòmic. Cert és que requereix molt poc manteniment, però la rendibilitat de la terra és molt baixa. Així, segons dades obtingudes de la Corporació de l'Àrea de Guissona, el preu del Kg de blat és de 18 cèntims d'euro (<https://www.cag.es/corporacio/catala/preucereals.asp>).

Segons el Banc Mundial (The World Bank), organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació, el rendiment dels cereals mesurat en kg per hectàrea de terra sembrada a Espanya és de 4.081 kg (<http://datos.bancomundial.org/indicador/AG.YLD.CREL.KG>).

Agafant aquestes dades, aplicades a aquesta propietat queda:

$$(4.081 \text{ kg / hectàrea}) \times 4 \text{ hectàrees} \times (0'18 \text{ € / kg}) = 2.938,32 \text{ €}$$

Al següent capítol es veurà que el preu de compra de l'ametlla és força més elevat, així com també la seva producció en regadiu.

5.1.4 Condicionants per a realitzar el projecte

Aigua:

L'aigua s'obtindrà d'un pou ja que a subsòl hi ha un aquífer on després de realitzar un estudi s'observa que es pot subministrar al reg de forma constant i de forma il·limitada. Aquesta aigua anirà bombejada a un dipòsit d'on des d'aquest es distribuirà aigua a la plantació.

Subministrament elèctric:

El punt de distribució de xarxa elèctric més proper es troba a 3 km, de manera que s'haurà d'obtenir tota l'energia de fonts sostenibles o mitjançant generador elèctric. Es pretén que no sigui necessari un generador elèctric, de manera que s'ha d'estudiar un sistema per generar electricitat de forma sostenible tenint en compte els condicionants climatològics, ja sigui amb energia fotovoltaica o eòlica.

Sistema d'automatització:

El sistema ha d'aconseguir de forma automàtica realitzar les següents accions:

- Absorció d'aigua de pou a dipòsit
- Controlar condicions climatològiques (humitat, temperatura i conductivitat de la terra).
- Activació de la bomba i reg de l'explotació.
- Enviar dades a agricultor.

CAPÍTOL 6. CAS 2 - ESTUDI ECONÒMIC EXPLOTACIÓ AGRÀRIA AMETLLA

6.1. Situació actual mercat ametlla

Segons dades obtingudes per la Corporació de l'Àrea de Guissona, la varietat "comú" de l'ametlla, que és la més econòmica, es compra a 8'15 € / kg (<https://www.cag.es/agropecuaria/catala/ametlles.asp>)

El Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya va publicar un Full Definitiu per al Tancament de la Collita d'Ametlla per al 2012. D'aquest document se n'extreuen les següents dades:

Taula 1 Superfície i producció total per varietats 2012

Varietat	Superfície productiva (ha)	Rendiment mitjà 2012 (kg/ha)	Produccions (tones)		Variació % 2012/2011
			Collita 2012	Collita 2011	
Llargueta	10.376	301	3.122	3.146	-0,8
Marcona	2.264	288	651	657	-0,9
Comuna	1.509	421	635	633	0,3
Tardana	4.717	421	1.985	1.981	0,2
Total	18.866	339	6.393	6.417	-0,4

Taula 2 Rendiments i producció en secà i regadiu total 2012

Varietat	Superfície productiva (ha)		Rendiment 2012 (kg ametlla closca/ha)		Producció 2012 (tones)		Producció 2011 (tones)	
	Secà	Regadiu	Secà	Regadiu	Secà	Regadiu	Secà	Regadiu
Llargueta	9.458	918	238	945	2.244	878	2.339	807
Marcona	2.064	200	247	706	508	143	524	133
Comunes	1.376	134	363	1.017	498	137	522	112
Tardana	4.299	417	363	1.017	1.555	429	1.630	351
Total	17.197	1.669	279	951	4.805	1.588	5.015	1.403

Fig. 6.1 Full definitiu per al tancament de la collita de l'ametlla 2012

6.2. Rendibilitat del cultiu de l'ametller en regadiu

Mitjançant els resultats obtinguts al "Full definitiu per al tancament de la collita de l'ametlla 2012" se'n pot fer un càlcul ràpid de la rendibilitat de l'ametller en regadiu amb un rendiment de 1.017 kg ametlla closca / hectàrea :

$$(1.017 \text{ kg ametlla closca / hectàrea}) \times (4 \text{ hectàrees}) \times (8'15 \text{ € / kg}) = 33.154,20 \text{ €}$$

Aquest rendiment de la terra és directe sense tenir en compte els costos indirectes.

En el cas de sembrat de blat requereix molt poca feina i molt poc manteniment, de manera que a l'any només s'ha de llaurar, adobar, sembrar i segar. Una terra de 4 hectàrees no suposa més que 2 dies de feina amb tractor per a cada una les 4 activitats.

En l'arbre fruiter el cost del treball anual és molt més elevat:

- Cost aigua
- Cost manteniment
- Cost plantació de l'arbre
- Cost recollir ametlles
- Cost instal·lació reg i manteniment del reg

Es considera que el cost anual de manteniment i treballs d'una explotació de conreu d'arbre ametller en reg és de 2.500 € per hectàrea, de manera que això ja suposa un import de 10.000 € / any.

En una explotació de 4 hectàrees hi cap un arbre fruiter ametller cada 12 m², això suposa una plantació de 3.300 arbres, a un cost de 5 € de promig per unitat. Aquesta inversió suposa un cost inicial de 16.500 €.

Sense tenir en compte el cost de la instal·lació, el rendiment econòmic que se'n treu en 10 anys és:

Taula 6.1. Taula de rendibilitat

ANY	Inversió plantació arbre (€)	Cost Manteniment Ha (€)	% Producció	8.300 €/Ha en plena producció (€)	Benefici net per Ha (€)	Rendibilitat (€)
0	4125				-4125	-4125
1	0	2500	0%	0	-2500	-6625
2	0	2500	20%	1660	-840	-7465
3	0	2500	60%	4980	2480	-4985
4	0	2500	100%	8300	5800	815
5	0	2500	100%	8300	5800	6615
6	0	2500	100%	8300	5800	12415
7	0	2500	100%	8300	5800	18215
8	0	2500	100%	8300	5800	24015
9	0	2500	100%	8300	5800	29815
10	0	2500	100%	8300	5800	35615

CAPÍTOL 7. CAS 2 - ESTUDI, ANÀLISI, DISSENY I PRESSUPOST DE L'AUTOMATITZACIÓ DEL SISTEMA DE REG

7.1. Estudi tipus de Reg

Existeixen 3 tipus de reg generalitzats:

- Reg per gravetat o exsudació.
- Reg per aspersió.
- Degoteig o reg localitzat.

Es considera que el sistema de reg per degoteig és el més idoni per una plantació d'arbre fruiter:

- Rega menys superfície respecte al reg per gravetat.
- Es redueix la pèrdua d'aigua per evaporació respecte al reg per aspersió.
- Es perd menys aigua per efecte del vent respecte al reg per aspersió.
- S'evita la proliferació de fongs al no mullar-se els troncs i branques.
- S'evita l'efecte de "cremar" fulla i fruit per l'efecte lupa que produeix el sol amb les gotes d'aigua damunt d'aquests.

Subministrament al sistema de reg:

- Una bomba omplirà un dipòsit d'aigua que subministrarà l'aigua de reg
- Es realitzarà en una canonada d'acer galvanitzat de 2", ja que aquestes suporten la columna d'aigua quan és ple.
- El dipòsit serà prefabricat de polièster i soterrat a terra.

7.2. Sensorització del sistema

7.2.1. Estudi elecció elements a sensortizar

Previ a l'elecció del sistema de sensors, s'estudia què es necessita sensoritzar:

- Nivell del dipòsit d'aigua.
- Condicionants climàtics. Hi ha diferents condicionants a mesurar:
 - o Temperatura ambient
 - o Humitat relativa del sòl
 - o Vent
 - o Pluja
 - o Incisió solar

Tots són importants però el que és realment necessari i requereix de major control per al sistema de reg és la humitat relativa del sòl, així podem conèixer la irrigació de l'arbre fruiter i si aquest rep suficient aigua. De manera que caldrà sensoritzar mitjançant el terreny per conèixer la humitat relativa d'aquest.

- Fertilització

Per conèixer l'estat nutritiu dels arbres fruiters cal analitzar la conductivitat del terreny. Mitjançant un sensor s'analitzarà i a través d'un controlador es regularà el fertilitzant a incorporar al sistema de reg.

Important: Es deixarà el sistema preparat per a la l'automatització de la fertilització però no s'estudiarà la seva implementació que es deixarà per una altra fase del projecte.

7.2.2. Elecció sistema d'automatització

S'estudia el mercat local per conèixer una empresa que disposi d'un sistema que permeti dur a terme l'automatització del reg i fertilització del terreny.

S'estudien els sistemes de dues empreses, Libelium (http://www.libelium.com/top_50_iot_sensor_applications_ranking#smart_agriculture) i Progrés (<http://www.progres.es/htmls/productos/es/programadores-riego-y-fertirrigacion/ficha/agronic-2500.html>), que comparteixen característiques que els fan aptes per aquest cas i que es comenten a continuació.

Libelium, ubicada a Saragossa, ofereix una plataforma de sensors moduble i Open Source per a diferents funcions, des de sistemes per implementar Smart Cities, controls d'aparcament, reg intel·ligent, etc És una plataforma molt versàtil, que permet la creació de xarxes de sensors sense fils utilitzant diferents tecnologies ràdio, i amb l'inconvenient que no són especialistes en cap camp en concret i que cada plataforma s'ha de programar des de zero.

Progrés és una empresa de l'Urgell creada fa 30 anys que es dedica únicament a dissenyar, fabricar i comercialitzar equips i sistemes electrònics per al sector de la ramaderia i l'agricultura. Aquests sistemes electrònics s'ajusten perfectament a les necessitats del projecte, ja que comercialitzen productes per l'automatització i el control del reg mitjançant sistemes de sensors que es comuniquen en xarxes sense fils.

Com que l'objectiu és implementar un sistema robust i de garantia s'escull el sistema de control de fertirrigació de l'empresa Sistemes Electrònics Progrés S.A. Altres factors favorables a aquesta solució són la proximitat del fabricant que facilita el seu suport tècnic i la reducció de les necessitats de programació dels sistema que només necessita de la configuració adequada de certs paràmetres.

Concretament, s'utilitzarà un controlador de fertirrigació anomenat "Agronic 2500" i uns mòduls de ràdio de tecnologia Zigbee per a l'activació de vàlvules i elements de reg, així com la lectura de sensors i comptadors anomenats "AgroBee".

Controlador Agronic 2500

(<http://www.progres.es/htmls/productos/es/programadores-riego-y-fertirrigacion/ficha/agronic-2500.html>):

- És un controlador per la fertirrigació configurable i amb diferents possibilitats d'ús, comunicació i ampliació.
- Està equipat per al control de reg, fertilització, bombeig, detecció d'avaries i registre d'esdeveniments.
- Disposa de diferents models, amb 9, 18 i 27 sortides configurables i 6 entrades digitals a la base.
- Ampliació de lectura mitjançant 2 sensors analògics o a través del sistema ràdio Agrobee.
- Programació per temps i volum, tant en reg com en fertilització, amb la possibilitat d'actuacions independents.
- Mitjançant sensors climàtics o de cultiu es pot configurar les condicions de les unitats de reg i fertilització.
- Gestió a distància mitjançant missatges SMS.
- Escalable des de model bàsic a un model d'altres prestacions.
- Permet enllaç a mòduls ràdio AgroBee augmentant les possibilitats d'ampliació i l'ús de noves prestacions.
- Opció dièsel per arrencament motobomba o grup electrogen.
- Alimentació a 12 Vcc o a 24 Vcc.



Fig. 7.1 Agronic 2500

Sistema ràdio AgroBee (<http://www.progres.es/htmls/productos/es/telegestion-del-riego/ficha/agrobee.html>):

- El sistema AgroBee està format per un dispositiu coordinador, situat en el programador Agronic 2500 i els elements de camp amb funcions de mòduls repetidors i de mòduls finals. El coordinador gestiona la xarxa i els camins a seguir dels mòduls per connectar-se entre ells formant una xarxa mallada.
- El baix consum permet operar amb piles alcalines o amb panell solar integrat al mòdul. Dues piles alcalines en format “AA” poden alimentar més de dos anys un mòdul final que tingui connexió directa amb el coordinador.
- El número màxim de mòduls que pot coordinar és de 16 unitats.
- El sistema AgroBee diposa de les següents prestacions:
 - Opera en la banda lliure de 868 MHz (1 canal) i 2’4 GHz (16 canals).
 - Disponibilitat de codi de xarxa que permet operabilitat de més d’una xarxa en la mateixa àrea treballant en el mateix canal.
 - Cadència de comunicació modificable.
 - Distància de fins a 800 m entre qualsevol mòdul final i el seu repetidor de nivell superior.
 - Configuració de número de xarxa, canal i cadència de comunicació mitjançant el programador Agronic 2500.
 - Lectura de nivell de bateria/càrrega de panell solar (si existeix).
 - Lectura de nivell de potència total (RSSI) i qualitat de l’enllaç ràdio (LQI)
 - Models disponibles amb diferents possibilitats d’alimentació en funció de la seva configuració:
 - Mòdul enllaçat directament a coordinador AgroBee: 2 piles tipus AA o panell solar amb bateria.
 - Mòdul enllaçat a repetidor: panell solar amb bateria o supercondensador.
 - Mòdul repetidor: panell solar 1’6/5 W i bateria.

- Permet salvar obstacles, ampliar sectors, llegir sensors i estalviar cables.
- Aplicacions:
 - Control sobre electrovàlvules de reg.
 - Control sobre hidrants.
 - Control sobre comptadors, permetent un control detallat del consum.
 - Control sobre sensors
 - Sensors d'humitat del sòl i salinitat
 - Pressions de xarxa
 - Nivells basses i pous
 - Sensors climàtics
 - Sensors de planta

7.2.3. Disseny del sistema

En el nostre sistema requereix d'un controlador Agronic que es comunicarà via ràdio a un sistema de sensorització del nivell del dipòsit de l'aigua i a un altre de control de humitat, conductivitat i temperatura del terreny.

El sistema de comunicació sense fils per la radiodifusió digital de les dades obtingudes pels sensors és Zigbee.

Aquest sistema, basat en el estàndard IEEE 802.15.4, ens permet realitzar xarxes en malla i escalabilitat del sistema en el cas d'ampliació de la xarxa de sensors, a més a més d'un baix consum. Les especificacions del fabricant del sistema de comunicació dels sensors, Progrés, indica que amb 2 piles tipus AA, l'aparell és autònom durant un any.

De les dues bandes de freqüència que ofereix el fabricant, la idea es triar el producte que treballa a la banda de 868 MHz. En aquesta banda l'estàndard IEEE802.15.4 permet arribar a 250 Kbps amb només 1 canal. La tria d'aquesta ve donada perquè té una millor propagació que la de 2,4GHz el que permetrà cobrir sense problemes els 200m que hi ha fins a la posició on es pensa ubicar el sistema de sensorització del terreny. Aquest sistema de sensorització només serà necessari que envii dades indicant l'estat del terreny una vegada al dia.

Donat que el retard en la transmissió de les dades tampoc és rellevant pel nostre sistema, la velocitat de 250kbps serà més que suficient.

Per portar el control del reg de la terra, com s'ha mencionat abans, cal un sensor per conèixer l'estat del dipòsit d'aigua i activar una bomba per omplir-lo des de un pou, i el control de la humitat, conductivitat i temperatura del terreny.

El sensor ubicat al terreny emetrà dades una vegada al dia al controlador, que aquest activarà el reg del terreny controlant el volum d'aigua mitjançant un cabalímetre.

Mentre es rega el terreny, el dispositiu que controla el volum d'aigua del dipòsit d'aigua, no activarà la bomba per reomplir-lo, ja que aquest dipòsit està dimensionat per a 3 dies de reg i només s'activarà una vegada aquest estigui finalitzat.

El controlador disposa d'un mòdul de comunicació i configuració via SMS que podrà ser utilitzat donat que s'ha comprovat que el ja que el terreny hi ha cobertura suficient de com a mínim un operador

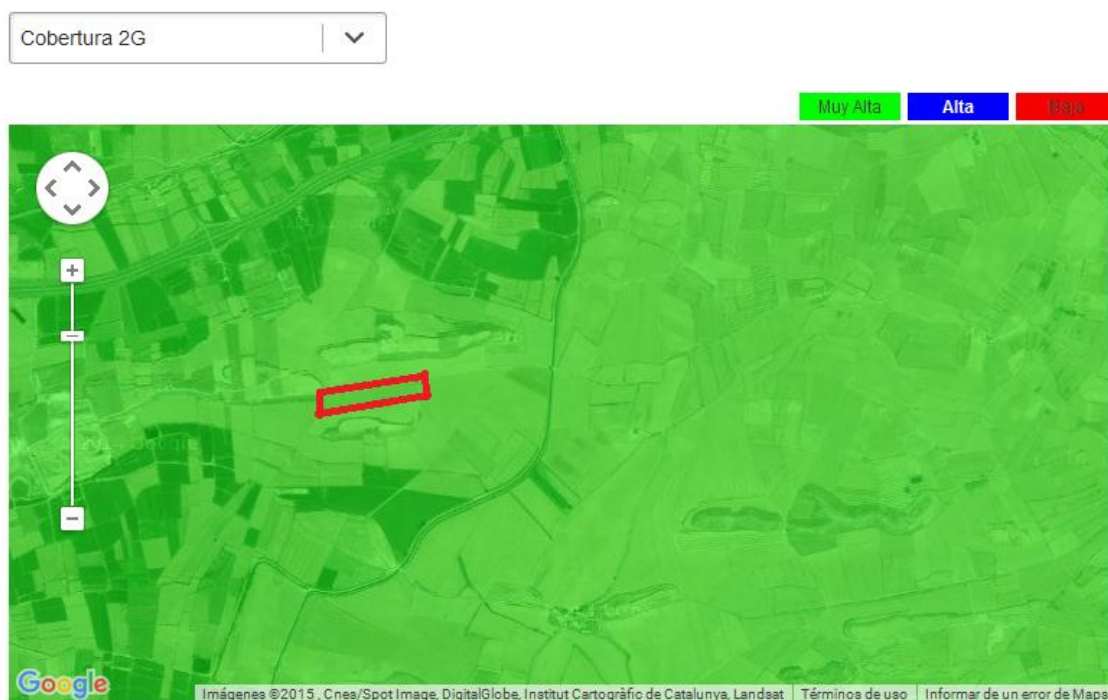


Fig. 7.2 Agronic 2500

En el nostre sistema de sensorització ens caldrà:

- AgroBee 3LV
 - Permet portar un control sobre el nivell de basses, dipòsits o pous, de 0 a 9 metres i per a l'arrencament de bombes.
 - A la vegada ens permetrà conèixer la quantitat d'aigua utilitzada per a regar segons el programat al controlador i no ens caldrà un comptador o un sensor a la sortida del dipòsit.

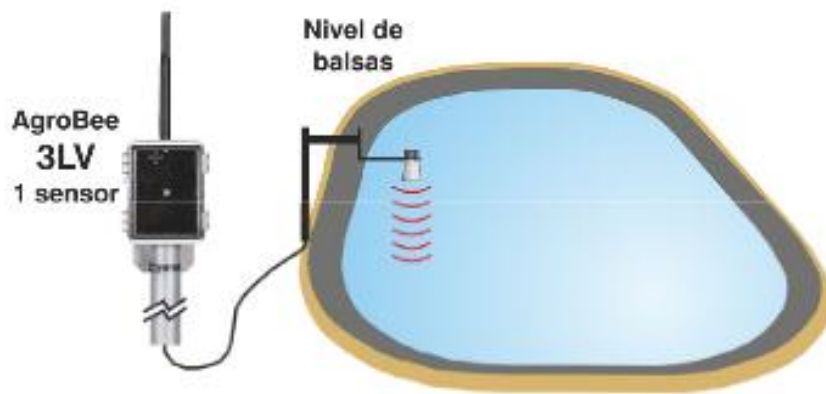


Fig. 7.3 AgroBee 3LV

- AgroBee SDI-12
 - 1 entrada digital per a un màxim de 4 tri-sensors mitjançant bus de comunicacions SDI-12
 - Sensor Decagon 5TE
(<http://www.decagon.com/products/soils/volumetric-water-content-sensors/5te-soil-moisture-temperature-and-electrical-conductivity-sensor/>)
 - Mesura aigua, temperatura i conductivitat del terreny.
 - De – 40 °C a 60 °C
 - SDI-12 compatible.
 - 10 cm x 3'2 cm x 0'7 cm.
 - Cable de 5 metres a 75 metres.

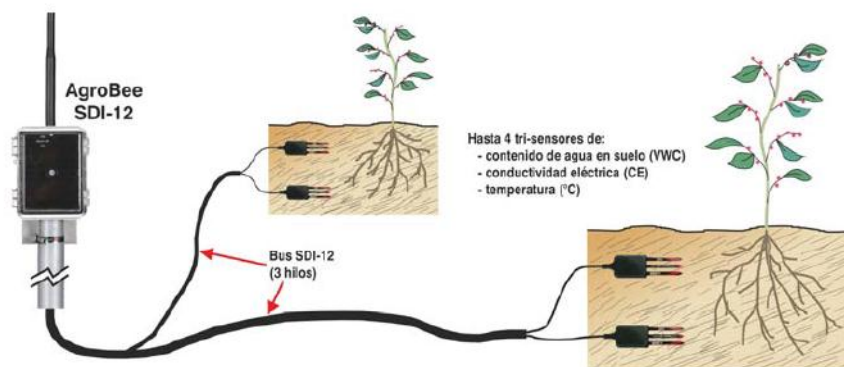


Fig. 7.4 Agrobbee SDI-12

7.2.3. Pressupost

El pressupost del la implementació del sistema d'automatització del reg és el següent:

Taula 7.1. Pressupost sistema automatització reg (sense impostos).

Agronic 2500	590 €
Agrobbee SDI 12	545 €
Agrobbee 3LV	480 €
2 sondes de 50 ml	420 €
2 sensors Decagon 5TE	316 €
2 bombes	332 €
Muntatge	2.200 €
TOTAL	4.883 €

7.2.4. Plànol d'instal·lació

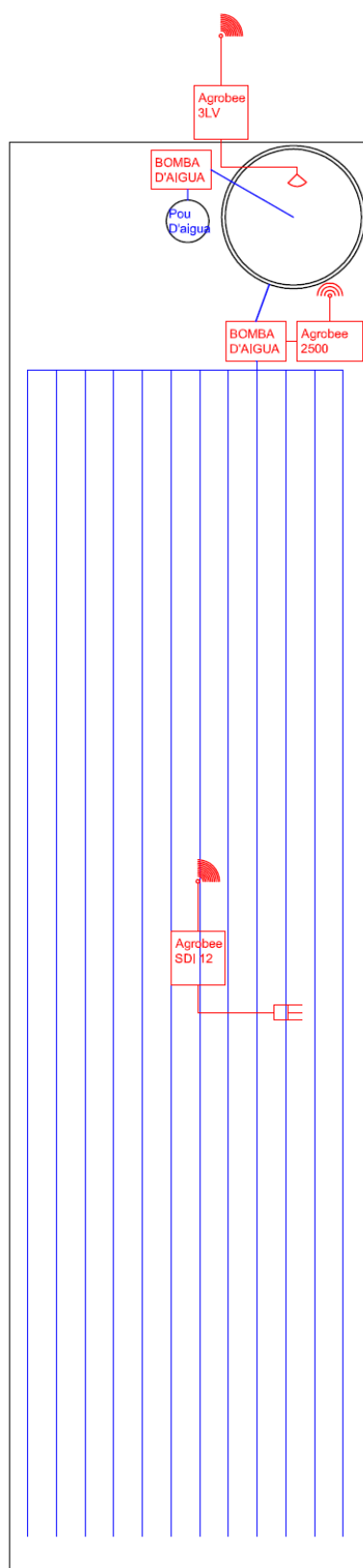


Fig. 7.5 Plànol instal·lació del reg automatitzat

CAPÍTOL 8. CONCLUSIONS

El sector agrari i ramader és un sector econòmic molt important en la província de Lleida. En la majoria d'explotacions no hi ha hagut cap evolució tecnològica important des del inici dels treballs amb tractors en les finques ramaderes.

En aquest projecte s'ha realitzat l'estudi de dos casos reals, i l'execució en un d'ells, d'aplicació de tecnologies TIC en entorns agro-ramaders en base a un estudi econòmic que ho avala.

Aquests estudis econòmics demostren la importància del sector en PIB de la província de Lleida i a la vegada com l'aplicació de noves tecnologies augmenten la rendibilitat econòmica de les explotacions ramaderes i agràries.

Aquestes noves tecnologies no tan sols suposen un benefici econòmic per al propietari, a més aporten un grau de control molt més elevat dels negocis en diferents entorns.

En el primer cas, l'automatització de la ventilació natural de la nau porcina ha permès que aquesta assoleixi els marges recomanats per la normativa de benestar porcí i que el bestiar creixi de forma més eficient, sense la necessitat que de forma diària el granger hagi de portar un control manual de la temperatura i la ventilació. Val a dir, que en aquest cas la solució triada no conté elements específics de les TIC. Ha estat així perquè tot i que n'havia d'altres al mercat que si que n'incorporaven, no eren les millors en aquest cas.

En el segon cas, s'aplica un sistema de control de reg que permet tenir un control molt més exhaustiu de l'estat d'humitat, conductivitat i temperatura, de manera que l'arbre fruïter sempre creixerà d'una forma més eficient. Aquest sistema a la vegada permet al propietari portar-ne un control a distància via SMS, de manera que si hi ha alguna averia en el sistema pot rebre senyal al terminal mòbil o fins i tot parar el reg en el cas que aquest no funcioni de forma adequada. Les TIC també estan presents en el sistema ràdio que connecta les els sensors i la centralita. La tecnologia sense fils facilita la instal·lació d'aquests elements i possibilita que en el futur s'instal·lin si es creu convenient altres punts de mesura.

En aquest sentit i com a línies futures per aquest segon cas, el següent pas seria l'aplicació del control de fertilitzant soluble al reg, segons les dades obtingudes mitjançant el sensor de conductivitat del terreny, i aplicar l'escalabilitat que aporta l'ús de la tecnologia Zigbee de tal manera que permeti no tan sols el control de la finca estudiada, sinó també el de les finques adossades.

BIBLIOGRAFIA

Enllaços:

Dades estadístiques sector porcí. IDESCAT.

<http://www.idescat.cat/emex/?id=251207#h1000000000>

REAL DECRETO 1135/2002, de 31 de octubre, relativo a las normas mínimas para la protección de cerdos.

https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2002-22544

Guia de pràctiques correctes d'higiene per a les explotacions de bestiar porcí.

https://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir1312/guia_porcs_definitiva.pdf

Osmoeuropa OCV2

<http://www.osmoeuropa.com/manual/OCV2.pdf>

Roti Aerosystems

<http://www.aerosystemroti.com/ca/regulador-er43.aspx>

Eina PVGI's

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

Corporació Àrea de Guissona

<https://www.cag.es/corporacio/catala/preucereals.asp>

Libelium

http://www.libelium.com/top_50_iot_sensor_applications_ranking#smart_agriculture

Progrés

<http://www.progres.es/htmls/productos/es/programadores-riego-y-fertirrigacion/ficha/agronic-2500.html>

Zigbee

<http://www.fundacionvodafone.es/publicacion/sensors-everywhere-wireless-network-technologies-and-solutions>